

# Premiers résultats d'un essai d'irrigation lente sur palmier à huile

G. de TAFFIN (1) et C. DANIEL (2)

**Résumé.** — L'irrigation lente a été appliquée sur palmier à huile dans le cadre d'un essai de la Station de Pobé, République Populaire du Bénin. Les apports d'eau ont débuté en 1973 sur des arbres de 9 ans selon la technique des drippers débitant 8 l/h et répartis sur une ou deux canalisations par ligne d'arbres. Les observations ont montré que l'on obtient une excellente alimentation hydrique des arbres même lorsque les « bulbes mouillés » ne représentent que 35 à 40 p. 100 du volume total de sol exploré par les racines des palmiers. Il semble que cette technique d'apport permette la totale extériorisation du potentiel du matériel végétal, l'équivalent de 30 t/ha de régimes a été récolté en 1975-76. Bien entendu, un jugement définitif ne pourra être porté qu'à l'issue de plusieurs campagnes.

**Mots clés :** Palmier à huile, Bénin, Irrigation lente.

## INTRODUCTION

L'irrigation localisée s'est développée dans les années 1960 en Israël, en Australie et aux U. S. A. sous les vocables d'irrigation lente, de goutte à goutte ou de « drip irrigation system ».

Les avantages de cette technique, en particulier très bonne efficacité de l'eau apportée, et les excellents résultats obtenus sur diverses plantes cultivées et arborées ont incité à l'expérimenter sur palmier à huile en République populaire du Bénin. Traditionnellement cette culture y est très largement répandue [1] mais des pluviométries annuelles déficitaires limitent les rendements à un niveau relativement bas.

Les besoins en huile de palme pour la consommation béninoise s'accroissant d'année en année et les possibilités d'exportation sur les pays voisins demeurant importantes, les responsables se sont préoccupés d'intensifier sa production par tous les moyens ; l'irrigation de palmeraies sélectionnées proches de réserves d'eau importantes et facilement accessibles pouvait constituer l'un de ces moyens.

Dans cette optique, une petite expérimentation préalable d'irrigation lente a été mise en place lors de la saison sèche 1972/73 sur la Station de recherches de Pobé.

Le présent article rapporte les résultats obtenus sur trois ans et demi et les premières conclusions qui peuvent en être tirées.

## CARACTÉRISTIQUES DE L'IRRIGATION LOCALISÉE

Tous les systèmes d'irrigation localisée ont en commun les caractéristiques suivantes : une fraction seulement du sol est humidifiée, la grande fréquence des apports (généralement quotidiens), la mise en œuvre de faibles débits et de petites doses. Ils présentent un certain nombre d'avantages techniques, faible pression de fonctionnement, facilité de conduite, mais surtout ils permettent une excellente efficacité de l'eau apportée ; en effet :

— les arrosages fréquents assurent à tout moment l'ajustement de l'offre et de la demande, réduisant ainsi la durée et l'intensité des périodes de rationnement par rapport à d'autres systèmes d'irrigation, l'aspersion par exemple ;

— la localisation des apports à même le sol limite la part de l'évaporation dans le terme général d'évapotranspiration.

Mais de par leur principe même, ces techniques ne répartissent l'eau que dans une partie seulement du sol exploré par les racines, la proportion ainsi humidifiée pouvant, dans certaines installations, n'atteindre que 15 p. 100.

Compte tenu de la morphologie du système racinaire du palmier à huile [2], dans une palmeraie adulte l'horizon 0-40 cm est pratiquement entièrement exploré, il était nécessaire de déterminer l'influence de ces arrosages localisés sur l'alimentation hydrique des arbres et par voie de conséquence sur leur production.

## DISPOSITIF DE L'ESSAI DE POBÉ

### 1) Mise en place.

L'essai a été mis en place sur 0,8 ha d'une plantation 1964 sur colluvions d'un croisement interorigines La Mé × Déli, tenera × dura (D10D × L2T).

### 2) Distribution de l'eau.

• L'essai (Fig. 1.) (PO.ES 68) a été équipé d'un système de distribution par ajutages calibrés, drippers, débitant 8 l/h sous la pression de 1 kg/cm<sup>2</sup>.

Des observations préliminaires avaient montré que pour ce type de sol, colluvions beiges sableuses, de tels drippers créaient des « bulbes mouillés » dont le rayon pouvait atteindre 1,50 m à 40 cm de profondeur.

• Dans l'essai deux dispositifs ont été expérimentés (Fig. 2) :

— disposition A : la dose d'arrosage est apportée à chaque arbre par six drippers, répartis en deux groupes de trois sur deux conduites de polyéthylène (13 × 16 mm). Celles-ci sont placées parallèlement à 1,50 m de part et d'autre de la ligne de palmiers, les drippers étant espacés de 3 m les uns des autres ;

— disposition B : les deux conduites sont placées côte à côte d'un même côté de la ligne d'arbres, également à 1,50 m de celle-ci. Chaque palmier est irrigué par six drippers qui ne sont plus espacés que de 1,50 m les uns des autres.

### 3) Contrôle des apports.

Un compteur permet d'apporter chaque jour l'équivalent de l'ETP (évapotranspiration) de l'avant-veille (mesurée sur bacs à gazon).

(1) Directeur de l'I. R. H. O. en République populaire du Bénin.  
(2) Département Agronomie de l'I. R. H. O.



FIG. 1. — Vues de l'installation  
(Views of the installation) :

a) Vue générale d'une canalisation de distribution (General view of a distributing pipeline).

b) Vue détaillée d'un dripper en fonctionnement (goutte à goutte) (Detailed view of a dripper in operation-drip feed).



## OBSERVATIONS

Outre l'examen des problèmes pratiques posés par l'adaptation de cette technique au palmier à huile, des données chiffrées ont été recueillies sur :

- l'alimentation hydrique des arbres, par la mesure du degré d'ouverture des stomates, en utilisant la méthode décrite par Ochs [3] ;
- la répartition de l'eau dans le sol, en évaluant les contours des bulbes mouillés, par mesure d'humidité de carottes et lecture de tensiomètres ;
- l'évolution de la densité racinaire au niveau des drippers, par prélèvements avec un extracteur cylindrique ( $\varnothing$  : 14 cm, L : 60 cm), les résultats sont exprimés en g de matière sèche par prélèvement ;
- la nutrition minérale des palmiers par la technique du diagnostic foliaire ;
- la production, par dénombrement et pesée des régimes récoltés arbre par arbre, à chaque tour de récolte en moyenne tous les 10 jours.

## RÉSULTATS

### I. — Problèmes techniques.

- 1) Certains problèmes concernant le fonctionne-

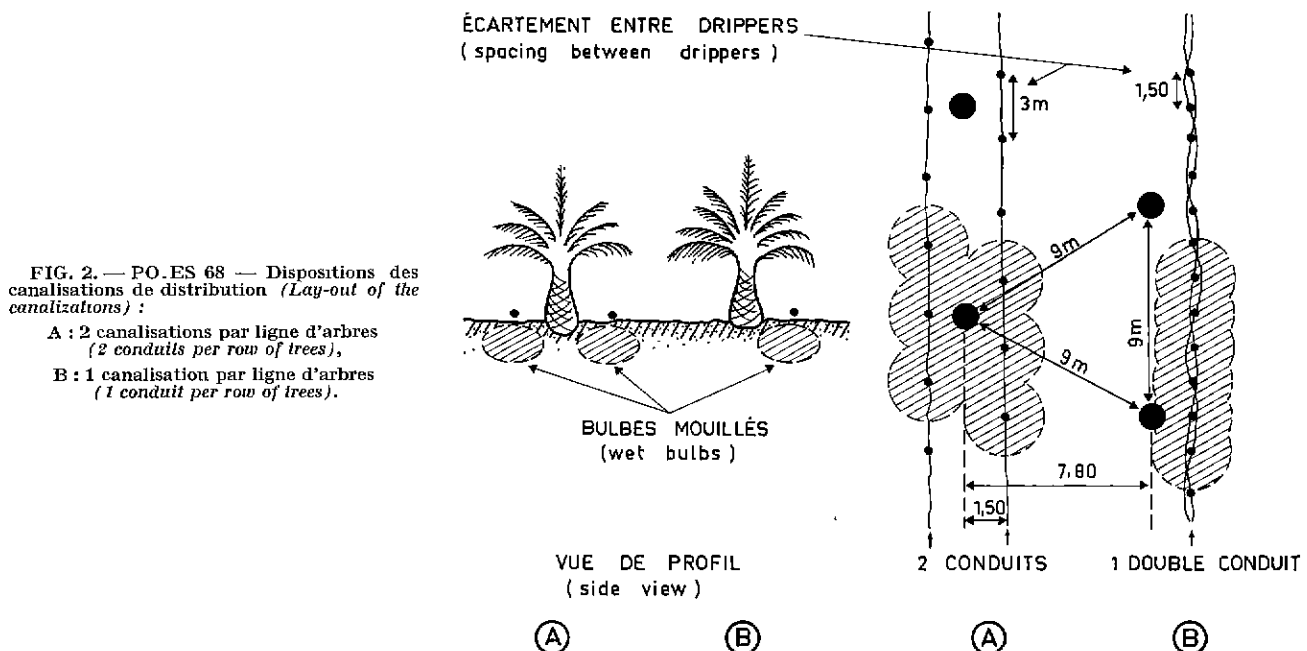
ment des drippers ne seront cités ici que pour mémoire car ils n'apparaissent pas uniquement en palmeraie.

Des colmatages plus ou moins complets de drippers ont été observés sur l'essai. Ils sont en effet constitués d'un circuit capillaire très fin ( $\varnothing$  inférieur à 1 mm) nécessitant l'utilisation d'une eau peu chargée. On obtient ce résultat par la mise en place de batteries de filtres convenablement déterminées en fonction des caractéristiques de l'eau à traiter.

La pression de service étant faible, les pertes de charges en ligne ainsi que les effets de la dénivellation jouent sensiblement sur le débit des drippers ; dans le cas de l'essai il variait entre 7 et 9 l/h. Pour de grandes installations, il peut être nécessaire de choisir des drippers de caractéristiques différentes en fonction de leur position sur la canalisation et des variations d'altimétrie.

- 2) D'autres problèmes apparaissent liés à l'emploi de la méthode en palmeraie.

**Attaque de rongeurs.** — La végétation sous palmeraie abrite bon nombre de petits rongeurs qui ont été la cause de nombreux dégâts sur les canalisations durant la campagne d'arrosage 1973/74 (soit pullulation passagère, soit concentration d'individus attirés



par l'humidité). Depuis, les dégâts ont été très faibles mais il y a là un risque qu'on ne peut négliger et l'emploi de canalisations en polyéthylène haute densité est une bonne précaution.

**Encombrement et fragilité du dispositif.** — La présence des canalisations de distribution le long des lignes de palmiers nécessite une plus grande attention dans l'exécution des travaux habituels d'entretien et de récolte ; en effet les risques de perforation ou de sectionnement des conduites sont assez élevés (chute d'un régime, coup de machette).

On concourt à cette plus grande attention en maintenant dégagés les emplacements des conduites. La généralisation des herbicides pour les ronds et pour les emplacements des canalisations s'est avérée une bonne solution ; on a d'ailleurs pu vérifier que les herbicides habituellement utilisés en palmeraie, tels MSMA ou le mélange Paraquat + 2,4-D, n'avaient pas d'action corrosive apparente sur le polyéthylène.

## II. — Conduite de l'irrigation, alimentation en eau des palmiers.

1) L'installation d'irrigation a été mise en place en 1972 mais n'a réellement été opérationnelle qu'en janvier 1973. Comme il sera montré plus loin, une irrigation commencée en cours de saison sèche lorsque les réserves en eau du sol sont déjà épuisées, n'amé-

liore la nutrition hydrique des arbres qu'avec un certain retard par suite d'une mauvaise diffusion capillaire (ou pelliculaire) dans un tel sol.

On peut donc admettre que les palmiers de l'essai ont été correctement alimentés en eau, soit par les pluies soit par l'irrigation d'appoint depuis la grande saison des pluies 1973, en mai-juin.

2) Avec un déficit hydrique de 560 mm, la grande saison sèche 1974/75 peut être considérée comme représentative et, à titre d'exemple, le déroulement de la campagne d'irrigation correspondante est détaillé ci-après.

L'arrosage a été pratiquement ininterrompu du 12 novembre au 27 mars (Tabl. I). Ainsi pour un déficit hydrique de 560 mm, les apports d'eau ont été de 490 mm en 106 jours d'irrigation. Les quantités nécessaires pour compenser l'ETP sont apportées en faisant varier la durée de fonctionnement de l'installation.

Par exemple, pour un apport de 5 mm, soit 50 m<sup>3</sup>/ha ou 360 l/arbre, l'installation fonctionnait 7 h 30 mn (à raison de 6 drippers de 8 l/h par arbre).

3) La figure 3 montre que durant toute la grande saison sèche 1974/75, les stomates des arbres irrigués ont été maintenus constamment ouverts, exception faite pendant de courtes périodes d'harmattan caractérisées par des températures élevées (33 °C max.) et un faible degré hygrométrique de l'air (20 p. 100).

FIG. 3. — PO.ES 68 — Evolution des ouvertures stomatiques sur arbres irrigués et non irrigués (Saison sèche 1974-75) (Evolution of stomatic openings on trees with and without irrigation-dry season 1974/75).

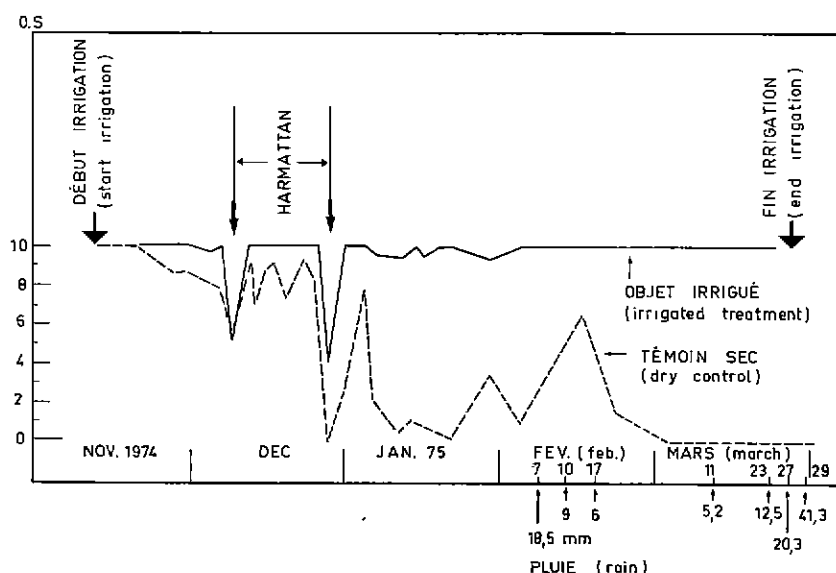


TABLEAU I. — PO.ES 68 — Bilan de la campagne d'irrigation 1974/75 (Results of the 1974/75 Irrigation Campaign)

	Nov. 1974	Dec. 1974	Jan. 1975	Févr. (Feb.) 1975	Mars (March) 1975 (1)	Total
E. T. P. du mois (For the month) (mm)...	142,1	120,3	106,4	104,4	111,3	584,5
Pluviométrie (Rainfall) (mm).....	18,7	0	0,8	33,5	38,0	91,0
Nomb. de jours de pluie (N° of days of rain)	1	0	1	3	3	8
Irrigation (mm) .....	98,2	119,7	105,2	76,0	89,4	488,5
Nbre de jours d'irrigation (N° of days irrigation) (2) .....	17	26	27	17	19	106
Pluie (Rain) + irrigation .....	116,9	119,7	106,0	109,5	127,4	579,5

(1) Jusqu'au 27 : dernier jour d'irrigation (Up to 27, last day of irrigation).

(2) Arrêt dimanches et jours fériés avec rattrapage les jours suivants (Stopped on Sundays and holidays, with compensation the following days).

Les palmiers non irrigués voisins de l'essai accusaient pendant cette même saison des fermetures plus ou moins importantes et prolongées de leurs stomates. Il faut cependant remarquer que leur fermeture complète ( $OS = 0$ ) n'apparaît que très tardivement en fin de février, ce qui confirme l'existence sur ces colluvions de nappes obliques maintenant une certaine alimentation hydrique des arbres en début de saison sèche [4].

4) Par ailleurs, le maintien de l'émission foliaire durant toute la saison sèche signifie qu'il n'y a pas eu de ralentissement important de l'activité photosynthétique des arbres irrigués.

Bien entendu, sur ces palmiers étaient absents tous symptômes de souffrance à la sécheresse tels que ceux décrits par Maillard [5]. »

### III. — Nutrition minérale des arbres.

Le tableau II récapitule l'évolution des teneurs des feuilles en différents éléments depuis 1973.

Les palmiers irrigués apparaissent ainsi essentiellement caractérisés sur le plan nutritionnel par un excellent niveau des teneurs en K, supérieur à 1 p. 100, tout au moins jusqu'en 1975.

Ceci confirme bien l'influence dépressive des déficits

hydriques sur les teneurs en K des feuilles [6], donc la nécessité d'admettre pour le Bénin un niveau critique plus bas comme le propose de Taffin [7].

Les résultats du diagnostic foliaire de 1976 montrent que sur ces sols il est très rapidement nécessaire de compenser les exportations en éléments dues à de fortes productions (v. ci-dessous), particulièrement pour le potassium.

Les fumures 1976 seront redressées en conséquence et l'essai d'irrigations fertilisantes devrait contribuer à résoudre ce problème sans doute dans de meilleures conditions économiques.

### IV. — Productions.

Le tableau III résume les productions de PO.ES 68, avant et après la mise en route de l'irrigation.

En fait, des essais de l'appareillage durant la saison sèche 1971/72 et une irrigation, quoique défectueuse en fin 1972, avaient tout de même apporté un complément d'eau aux palmiers qui ont très rapidement réagi dès la campagne 1972/73 par réduction des avortements tardifs et augmentation du poids moyen des régimes.

Cet effet de l'irrigation sur le poids moyen s'est poursuivi en 1973/74 et 1974/75. Cependant, compte tenu du délai de 26-28 mois s'écoulant de la sexuali-

TABLEAU II. — PO.ES 68 — Nutrition minérale de palmiers irrigués (*Mineral nutrition of irrigated palms*)

	Teneurs en éléments (p. 100 de matière sèche) ( <i>Element levels — p. 100 dry matter</i> )						Engrais apporté ( <i>Fertilizer applied</i> ) kg/arbre ( <i>tree</i> )		
	N	P	K	Ca	Mg	Cl	KCl	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
1973 .....	2,52	0,152	1,150	0,764	0,239	0,804	2,5 (1)	—	0,5
1974 .....	2,80	0,164	1,031	0,797	0,227	0,711	2,0 (2)	—	—
1975 .....	2,67	0,145	1,140	0,688	0,208	0,807	1,0 (3)	1,0 (4)	—
1976 .....	2,54	0,149	0,868	0,676	0,215	0,734	—	—	—

(1) 1,0 kg en février (*February*) 1973, 1,5 kg en septembre (*September*) 1973 — (2) août (*August*) 1974 — (3) juin (*June*) 1975 — (4) septembre (*September*) 1975.

TABLEAU III. — Productions comparées du même croisement, en irrigué, sur colluvions (PO.ES 68) et sur terre de barre argilo-sableuse, en non irrigué (PO.CP 20) 1 kg de KCl/arbre/an (*/tree/year*)

(*Compared yields of the same cross, on colluvial soils with irrigation — PO.ES 68 — and on sandy-clayey terre de barre without irrigation — PO.CP 20*)

PO.ES 68 avec ( <i>with</i> ) irrigation				PO.CP 20 sans ( <i>without</i> ) irrigation		
	Nbre rég./arbre ( <i>N° bunches/tree</i> )	Poids total/arbre ( <i>Total weight/tree</i> ) (kg)	P. M. R. ( <i>Mean bunch weight</i> ) (kg)		Poids total/arbre ( <i>Total weight/tree</i> ) (kg)	P. M. R. ( <i>Mean bunch weight</i> ) (kg)
1970/71 .....	9,7	111,5	11,5	—	—	—
1971/72 .....	8,3	107,1	12,9	6,3	74,6	11,9
1972/73 .....	9,8	141,8	14,4	4,8	63,7	13,2
Début ( <i>Start of</i> ) irrigation						
1973/74 .....	7,5	135,1	18,0	4,7	71,9	15,3
1974/75 .....	8,4	159,8	19,2	6,1	84,7	14,0
1975/76 .....	12,4	224,7	18,1	6,2	93,7	15,3

sation à la maturation d'un régime, c'est la production de la campagne 1975/76, ou même seulement celle de l'année 1976, qui n'aura été soumise à aucun déficit hydrique.

On constate alors que la production de régimes de 1975/76 représente 225 kg/arbre soit l'équivalent de 30 t/ha (à raison de 135 arbres producteurs/ha). On observe donc bien, pour cette dernière campagne, une augmentation sensible du nombre de régimes produits qui, associé à des poids moyens demeurant élevés, détermine le rendement maximal jamais atteint sur cet essai.

A titre de comparaison, figurent également dans ce tableau III les chiffres de production du même croisement, planté en 1961, dans le cadre d'une expérience de fumure PO.CP 20, sur sol rouge argilo-sableux, non irrigué.

Ces tonnes de régimes correspondent à une production exceptionnelle qui n'est obtenue que sur quelques parcelles dans les zones élaéicoles les plus favorisées par le climat et le sol. Il est cependant possible d'assister à la campagne suivante à une récession si cette production très élevée de la campagne 1975/76 est partiellement due à l'accumulation de matières sèches au cours des années précédentes.

## DISCUSSION

Dans ce qui précède, on n'a fait état que de résultats d'ensemble de l'essai et il importe d'examiner quelques points de détail concernant les relations sol-eau et alimentation hydrique des arbres.

### 1) Période optimale pour le déclenchement de l'irrigation.

D'une façon générale en irrigation, la recherche de l'utilisation optimale de l'eau implique le déclenchement des apports à bon escient, ni trop tôt (pertes par drainage, augmentation des frais de fonctionnement), ni trop tard (risque de rationnement intense des plantes).

Comme on l'a vu précédemment, dans le cas de l'irrigation localisée, intervient en plus comme facteur de décision pour la mise en route de l'irrigation, le taux d'utilisation des réserves en eau du sol, puisque la diffusion capillaire sera fonction de l'état de dessèchement de ce sol.

Une approche de ce problème a été tentée dans le

cadre de PO.ES 68 découpé en secteurs sur lesquels l'irrigation était commencée plus ou moins précocement (Tabl. IV).

TABLEAU IV. — PO.ES 68 — Déclenchement de l'irrigation selon différents taux d'utilisation de la réserve en eau du sol

(Start of irrigation according to different rates of use of soil water reserves)

Déficit hydrique cumulé lors de la mise en route de l'irrigation (Cumulative water deficit when irrigation starts) (mm)	Campagnes d'irrigation (Irrigation campaigns)		
	1972/73	1973/74	1974/75
> 200	×		
125			×
75		×	
25		×	×

Dans ce tableau, le déficit hydrique dont il est fait état concerne pour une période donnée la différence entre les ETP cumulées et les pluies et représente donc la quantité prélevée sur les réserves du sol.

a) La première campagne a débuté en janvier 1973 alors que les réserves étaient totalement épuisées.

La réponse des stomates a été très lente et après deux mois d'irrigation leur ouverture optimale n'était pas encore atteinte (Fig. 4).

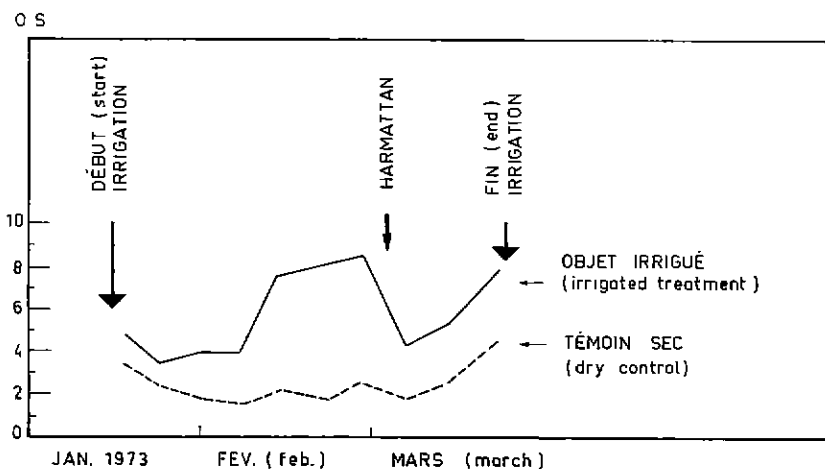
Les mesures aux tensiomètres indiquaient que les bulbes mouillés n'avaient pas encore atteint 1,50 m de rayon, à 40 cm de profondeur. Dans ce cas la proportion de racines touchées par les bulbes mouillés était réduite, et tout le reste du système racinaire se trouvait dans un sol desséché ce qui explique la mauvaise alimentation hydrique des palmiers.

b) Pour les deux autres campagnes d'arrosage, 1973/74 et 1974-75, les ouvertures stomatiques ont été maintenues constamment ouvertes, l'arrosage ayant été commencé lorsque les réserves du sol étaient entamées de 25,75 mm, ou de 125 mm.

Cependant les résultats de lecture de tensiomètres (Fig. 5) montrent que les bulbes mouillés ont été moins régulièrement et uniformément étendus lorsque l'irrigation a été commencée à 75 mm de déficit au lieu de 25.

L'alimentation hydrique des arbres étant restée excellente quelle que soit la valeur du déficit lors de la mise en route de l'arrosage (OS = 10 même pour un

FIG. 4. — PO.ES 68 — Evolution des ouvertures stomatiques quand l'irrigation est commencée lorsque les réserves en eau du sol sont épuisées (Evolution of stomatic openings when irrigation is started when the soil water reserves are exhausted).





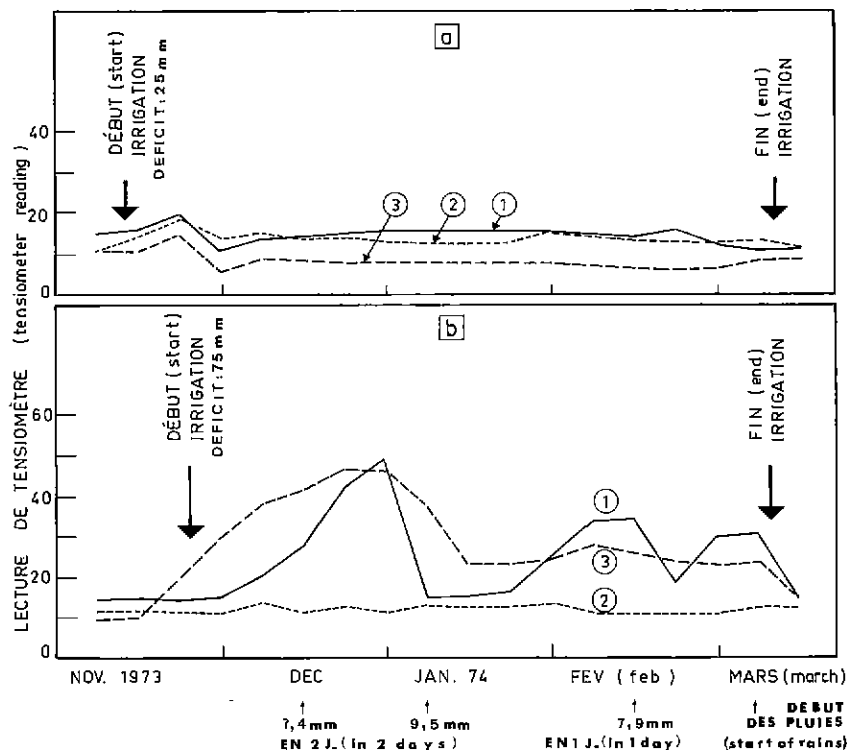


FIG. 5. — PO.ES 68 — Evolution des lectures de tensiomètres selon l'importance du déficit hydrique lors de la mise en route de l'irrigation (Evolution of tensiometer readings according to the amount of the water deficit when irrigation is started).

a) Déficit = 25 mm  
b) Déficit = 75 mm.

(1) 50 cm d'un dripper (from a dripper), 60 cm de profondeur (deep);  
(2) 100 cm d'un dripper (from a dripper), 40 cm de profondeur (deep);  
(3) 150 cm d'un dripper (from a dripper), 40 cm de profondeur (deep).

déficit de 125 mm à la mise en route), et donc quelle que soit l'importance et la permanence des bulbes mouillés, il faut admettre que la taille de ceux-ci n'est pas le facteur essentiel, sous réserve qu'il y ait possibilité d'une bonne diffusion capillaire. Celle-ci semble demeurer lorsque les réserves ont été entamées de 125 mm ce qui peut s'expliquer puisque ce type de sol possède un domaine d'eau disponible important équivalent à 400 mm [8].

Cette observation ne serait sans doute pas identique sur un autre type de sol, telles les terres de barre argilo-sableuses pour lesquelles la réserve utile n'est que de 300 mm.

## 2) Influence de la proportion de sol humidifié

Compte tenu de la remarque précédente sur l'importance toute relative de la taille des bulbes mouillés, il était intéressant de rechercher l'effet d'une réduction du volume de sol occupé par ceux-ci; la mise en place des deux dispositions A et B (Fig. 2) touchant respectivement 60 et 35 p. 100 de l'ensemble des systèmes racinaires devait répondre à cette question.

**TABEAU V. — Comparaison des densités racinaires sous palmiers en sec ou au niveau des bulbes mouillés des arbres irrigués du PO.ES 68 — en g de MS**

(Comparison of root densities under palms in a dry regime and at the level of the wet bulb for irrigated trees in PO.ES 68 — in g of dry matter)  
(Moyennes de 21 prélèvements à l'extracteur cylindrique — Means of 21 samplings with a cylindrical extractor)

Racines d'ordre (Roots in order):	Sous palmiers non irrigués (Under non- irrigated palms)	Dans zones humidifiées (In watered areas)
I .....	1,90	2,60
II .....	0,90	0,90
III + IV .....	2,50	3,00

L'observation des ouvertures stomatiques a confirmé que l'alimentation en eau des palmiers était correctement assurée par l'une ou l'autre des dispositions.

On pouvait penser à un phénomène de compensation par accroissement du développement racinaire au niveau des bulbes mouillés. Les chiffres du tableau V indiquent un système absorbant, racines d'ordres III et IV, assez comparable en zones mouillées ou sous palmiers non irrigués; bien entendu il s'agit là d'une observation quantitative qui n'exclut pas la possibilité d'une augmentation, à densités égales, de l'activité racinaire dans les zones humidifiées.

Quoi qu'il en soit, cette observation supplémentaire tendrait à confirmer l'importance de la diffusion capillaire pour le maintien d'une bonne alimentation en eau du palmier.

## CONCLUSION

Les résultats rapportés dans cette note sont encore partiels et ont été obtenus sur une trop petite surface pour que les conclusions soient définitives.

Néanmoins après trois campagnes d'arrosage, quelques constatations se dégagent.

1) La technique d'irrigation localisée est agronomiquement intéressante sous palmeraie, dans les zones à pluviométrie marginale.

Ceci se manifeste de façon rapide et nette sur l'alimentation hydrique des arbres (ouvertures stomatiques), leur nutrition minérale (diagnostic foliaire) et leur production, et confirme l'impression « visuelle » du parfait état végétatif que l'on a en période d'irrigation.

Dans les conditions de l'essai, cette technique paraît capable d'extérioriser totalement le potentiel de production du matériel végétal.

2) L'absence pratiquement complète de tout rationnement, apport quotidien calculé sur l'ETP de l'avant-veille, rend cette méthode d'irrigation bien adaptée à la physiologie du palmier à huile, plante à activité photosynthétique continue.

3) La localisation des zones humidifiées à une partie restreinte du système racinaire, de l'ordre de 35 p. 100, ne semble pas nuisible à une bonne alimentation hydrique, sous réserve cependant que l'on n'ait pas affaire à un sol desséché dans lequel la diffusion capillaire se ferait mal.

Ceci rejoint des observations faites sur arbres fruitiers des régions tempérées, dont l'alimentation hydrique était assurée lorsque la fraction de sol mouillé par rapport à la totalité du sol disponible atteignait 1/7<sup>e</sup> [9].

L'application d'une méthode d'irrigation lente devra être précédée de l'estimation des réserves utiles et facilement utilisables du sol considéré.

4) Enfin les quelques difficultés posées par l'adaptation de la méthode d'irrigation lente par drippers au palmier à huile, en particulier fragilité et encombrement du dispositif, obturation possible des ajutages, montrent l'intérêt de la méthode mise au point à Nîmes par la CNABRL (1), arrosage localisé par rampes perforées fixes [9]. Son application à l'échelle industrielle est actuellement en voie de réalisation sur 400 ha de palmeraie de la SO.BE.PAL.H. (2) en République populaire du Bénin.

(1) Compagnie Nationale d'Aménagement de la Région du Bas-Rhône et du Languedoc à Nîmes (France).

(2) Société Béninoise de Palmier à Huile.

## RÉFÉRENCES

- [1] AMOUSSOU B. (1967). — Le développement du palmier à huile au Dahomey, *Oléagineux*, 22, 4, p. 205-214.
- [2] RUER P. (1967). — Répartition en surface du système racinaire du palmier à huile, *Oléagineux*, 22, 11, p. 535-537.
- [3] OCHS R. (1963). — Utilisation du test d'ouverture stomatique pour le contrôle de l'arrosage du palmier à huile en pépinière, *Oléagineux*, 18, 6, p. 388-389.
- [4] I. R. H. O. (1964). — Plan palmier à huile : République du Dahomey.
- [5] MAILLARD G., DANIEL C. et OCHS R. (1974). — Analyse des effets de la sécheresse sur le palmier à huile, *Oléagineux*, 29, 8-9, p. 397-404.
- [6] OLLAGNIER M., OCHS R. et MARTIN G. (1970). — La fumure du palmier à huile dans le monde, *Fertilité*, n° 36, 64 p.
- [7] de TAFFIN G. et OCHS R. (1973). — La fumure potassique du palmier à huile au Dahomey, *Oléagineux*, 28, 6, p. 269-273.
- [8] OLIVIN J. (1963). — Bilan d'eau en palmeraie, *Rapport non publié*.
- [9] DECROIX M. et RUTTEN P. (1970). — *Techniques récentes d'irrigation. Présentation d'un système d'irrigation par rampes perforées*, Société Hydrotechnique de France, XI<sup>e</sup> Journées de l'hydraulique (Paris).

## SUMMARY

### First Results from a Trial of Slow Irrigation on Oil Palm.

G. de TAFFIN and C. DANIEL, *Oléagineux*, 1976, 31, N° 10, p. 413-421.

Slow irrigation was used on oil palm in a trial set up on the Pobe Research Station in the People's Republic of Benin. Applications started at the beginning of 1973 on 9-year-old trees, using drippers discharging 8 l/hour along one or two pipelines per row of trees. Observations showed that excellent hydrous nutrition of the palms is obtained even when the « wet bulbs » only represent 35-40 p. 100 of the total volume of soil explored by the palm roots. It seems that this method of irrigation brings out the whole potential of the planting material, a yield equivalent to 30 t/bunches/ha having been harvested in 1975-76. Naturally, a final judgement cannot be passed until several campaigns have gone by.

## RESUMEN

### Primeros resultados de un ensayo de riego lento de la palma aceitera.

G. de TAFFIN y C. DANIEL, *Oléagineux*, 1976, 31, N° 10, p. 413-421.

En la estación de Pobé (República Popular de Benin), y dentro de un ensayo, se aplicó el riego lento a la palma aceitera. En 1973 se empezó el riego en árboles de 9 años de edad, según la técnica de los « drippers » con caudal de 8 l/h, distribuidos entre una o dos tuberías por hilera de árboles. Las observaciones mostraron que se obtiene una excelente alimentación hídrica de los árboles incluso cuando los « bulbos mojados » sólo representan 35 a 40 % del volumen total de suelos explorados por las raíces de las palmas. Parece que esta técnica de aportación permite realizar plenamente el potencial del material vegetal, y en 1975-76 se cosechó el equivalente de 30 toneladas de racimos/ha. Por supuesto hay que esperar varias campañas para juzgar definitivamente este ensayo.

## First Results from a trial of Slow Irrigation on Oil Palm

G. de TAFFIN (1) and C. DANIEL (2)

## INTRODUCTION

Localized irrigation developed in the 1960's in Israel, Australia and the United States, under the name of slow irrigation or « drip irrigation system ».

The advantages of this technique, particularly very good efficiency of the water applied, and the excellent results obtained with various tree and bush crops encouraged its experimentation on oil palm in the People's Republic of

Benin. This crop has long since been widespread there [1], but the deficient annual rainfall limits yields to a relatively low level.

The demand for oil palm for domestic consumption grows from year to year, and there are still large possibilities for exporting to neighbouring countries, so the authorities engaged in the intensification of its production by all possible means : the irrigation of selected palm groves close to large and easily accessible water reserves could be one of these means.

With this in mind, a small preliminary experiment in slow irrigation was set up in the dry season of 1972-73 on the Pobe Research Station.

This note reports the results obtained in three and a half years and the early conclusions which can be drawn from them.

(1) Director of the I. R. H. O. in the People's Republic of Benin.

(2) Agronomy Department, I. R. H. O.

## CHARACTERISTICS OF LOCALIZED IRRIGATION

All the systems of localized irrigation have the following characteristics in common : only a fraction of the soil is moistened, applications are very frequent, usually daily, discharges are low and feeds small.

They have a certain number of technical advantages (low operating pressure, easy control) but above all they afford an excellent efficiency to the water applied ; in effect :

- frequent waterings ensure that supply and demand are adjusted at all times, thus reducing the length and intensity of rationing periods by comparison with other irrigation systems, sprinkling for example ;
- application to the soil itself limits the loss of evaporation in the overall evapotranspiration.

However, by their very principle these techniques distribute the water in only part of the soil explored by the roots ; in certain installations the proportion of soil moistened in this way may be as little as 15 p. 100.

Given the morphology of the oil palm's root system [2] (in an adult palm grove the 0-40 cm horizon is almost entirely explored), it was necessary to discover the influence of these localized waterings on the hydrous nutrition of the trees and consequently on their yield.

## LAY-OUT OF THE POBE TRIAL

### 1) Planting.

The trial was set up on 0.8 ha of 1964 plantings on colluvial soils, on a La Me × Deli interorigin cross, Tenera × Dura (D10D × L2T).

### 2) Water distribution.

The trial, PO.ES 68 (Fig. 1) was equipped with a system of distribution by calibrated drippers, discharging 8 l/hour at a pressure of 1 kg/cm<sup>2</sup>.

Preliminary observations had shown that for this type of soil, sandy beige colluvial soils, such drippers create « wet bulbs » of which the radius can be 1.50 m at a depth of 40 cm.

Two arrangements were experimented in the trial (Fig. 2) :

- method A : the water feed is brought to each tree by six drippers divided into two groups of three on two 13 × 16 mm polythene conduits running parallel 1.50 m on either side of the planting line, the drippers being 3 m apart,
- method B : both conduits are placed side by side on the same side of the planting line, still at 1.50 m from it. Each palm is watered by six drippers, which are only 1.50 m apart in this case.

### 3) Control of applications.

A meter enables the equivalent of the ETP 2 days earlier (measured in lawn tubs) to be applied each day.

## OBSERVATIONS

Apart from the study of the practical problems which the application of this technique to oil palm poses, data were collected on :

- the hydrous nutrition of the trees, by measurement of stomatal opening, using the method described by Ochs [3] ;
- the distribution of water in the soil, estimating the contour of the « wet bulbs » by measurement of the humidity of cores and tensiometer readings ;
- the development of root density at dripper level, by taking samples with a cylindrical extractor (Ø : 14 cm, L : 60 cm) ; the results are expressed in grams of dry matter per sample ;
- the mineral nutrition of the palms, by leaf analysis ;
- the yield, by counting and weighing the bunches collected tree by tree at each harvesting round, on an average every 10 days.

## RESULTS

### 1. — Technical Problems.

1) Certain problems connected with the functioning of the drippers are given here for the record only, as they are not confined to palm groves :

More or less complete clogging of the drippers has been observed in the trial. In effect, they are made up of a very fine capillary network (diameter less than 1 mm) which require water relatively free from solid particles. This requirement can be satisfied by the installation of banks of filters chosen in function of the characteristics of the water to be treated.

The working pressure being low, linear pressure losses as well as the effects of oscillations of level have an appreciable incidence on the discharge of the drippers ; in this trial it varied between 7 and 9 l/hour. For a large-scale system it may be necessary to choose drippers of different calibres according to their position on the canalization and variations in altitude.

2) Other problems specific to the use of the technique in palm groves appear :

**Rodent attacks.** — The vegetation under palms shelters numerous small rodents which were the cause of considerable damage to the canalizations during the 1973/74 watering campaign (either momentary swarming or a concentration of individuals attracted by the moisture). Since then there has been little damage, but this risk cannot be neglected and the use of high-density polythene piping is a wise precaution.

**Ground space and fragility of the installation.** — The presence of water-pipes running along the palm rows means that greater care must be taken when carrying out the normal maintenance and harvesting tasks ; the risk of percing or cutting the conduits is fairly high (a falling bunch, a blow from a cutlass).

One way of contributing to increased care is to keep the emplacement of the piping clear. The extended use of herbicides for this as well as for keeping the circles clean has proved a good solution ; moreover, it has been shown that the herbicides normally used in a palm plantation, such as MSMA or the Paraquat + 2,4-D mixture, have no apparent corrosive action on polythene.

## II. — Conduct of Irrigation — Water Supply to the Palms.

1) The irrigation system was installed in 1972 but only really became operational in January 1973. As will be shown further on, irrigation started in the dry season when the soil water reserves are already exhausted takes a certain amount of time to improve the hydrous nutrition of the palms, because of poor capillary (or pellicular) distribution in a soil in this condition.

It can be accepted, therefore, that the palms in the trial had been provided with a satisfactory quantity of water, either through rainfall or by make-up irrigation, since the main rainy season in May-June 1973.

2) With a water deficit of 560 mm, the main dry season in 1974/75 can be considered representative, and the progress of the corresponding irrigation campaign is given here in detail as an example.

Watering was almost uninterrupted from 12th. November to 27th. March (Table I). Thus, for a water deficit of 560 mm the amount of water applied was 490 mm in 106 days' irrigation. The quantities required to compensate the ETP were provided by varying the length of time during which the installation functioned.

For example, for an application of 5 mm, i. e. 50 m<sup>3</sup>/ha or 360 l/tree, the system operated for 7 ½ hours (at the rate of 6 drippers with a discharge of 8 l/hour per tree).

3) Figure 3 shows that during the whole of the main dry season in 1974/75 the stomata of the irrigated palms remained constantly open, except during short periods of harmattan characterized by high temperature (33 °C maximum) and low air humidity (20 p. 100).

The non-irrigated palms in the neighbourhood of the trial showed more or less prolonged and extensive closing of the stomata during the same period. However, it must be noted that complete closure, OS = 0, only appeared very belatedly at the end of February, which confirms that slanting nappes exist in these colluvial soils and maintain a certain water supply to the trees at the beginning of the dry season [4].

4) Elsewhere, the continuance of leaf emission throughout the dry season means that there was little slackening of photosynthetic activity in the irrigated trees.

Naturally, these palms showed none of the adverse signs of suffering from drought such as those described by Mailard [5].

## III. — Mineral Nutrition of the Trees.

Table II recapitulates the evolution of the different element levels in the leaf since 1973.

From the nutritional point of view, the irrigated palms are characterized by excellent K levels, higher than 1 p. 100, at least until 1975.

This is food confirmation of the depressive effect of water deficits on the leaf K [6], and therefore of the need to accept a lower critical level for Benin, as de Taffin proposes [7].



The results of the 1976 leaf analyses show that on these soils it quickly becomes necessary to compensate for exportations of mineral elements due to heavy yields (see below), particularly as regards potassium.

The 1976 manurings will be corrected in consequence, and the trial of fertilizing irrigations should help to solve this problem, no doubt in better economic conditions.

#### IV. — Production.

Table III summarizes the productions of PO.ES 68 before and after irrigation was started.

In actual fact, trials of the installation during the 1971/72 dry season and irrigation, even though defective, at the end of 1972 had provided the palms with a complement of water all the same, and they reacted very quickly by the 1972/73 season by a reduction of belated absorptions and an increase in mean bunch weight.

This effect of irrigation on mean weight continued in 1973/74 and 1974/75. However, in view of the 26-28 months elapsing between sexualization and bunch ripening, it is the 1974/75 yield, or even that of 1976 only, which will have escaped any water deficit.

It is then found that the 1975/76 bunch yield is 225 kg/tree, or 30 tons/ha at the rate of 135 bearing trees/ha. Therefore, in this last season we have indeed observed a big increase in the number of bunches produced which, coupled with continuing high mean weights, gave the highest yield ever obtained in this trial.

As a comparison, table II also gives the yield figures for the same cross planted in 1961 in a fertilizer trial, PO. CP 20, on red clayey-sandy soil without irrigation.

These tons of bunches represent an exceptional yield level only obtained on a few blocks in the oil palm zones most favoured by climate and soils. Nevertheless, a recession in the following season is always possible if this very high yield in 1975/76 is partly due to the accumulation of dry matter during the preceding years.

#### DISCUSSION

In the foregoing only the overall results of the trial have been discussed and it is essential to examine certain points concerning the relationships soil-water and hydrous nutrition of the trees.

##### 1) The best period to start irrigation.

In general, with irrigation the search for optimum use of water implies that applications must be started at the right moment, neither too early (losses through drainage, increased operating costs) nor too late (risk of intense rationing of the plants).

As has already been seen in the case of localized irrigation an additional factor entering into the decision to start irrigation is the rate of up-take of soil water reserves, since capillary diffusion will be in function of the dryness of the soil.

An approach to this problem was attempted in trial PO.ES 68, which was cut up into sectors in which irrigation was started more or less early (Table IV).

In this table, the water deficit given concerns the difference between the cumulative ETPs and rainfall for a given period, and therefore represents the quantity taken up from the soil water reserve.

a) The first campaign started in January 1973, at a time when the reserves were completely exhausted. The stomata responded very slowly, and two months after irrigation started had still not attained their optimum aperture (Fig. 4).

Tensiometer readings showed that the wet bulbs had not yet reached a radius of 1.50 m at a depth of 40 cm. In this case the proportion of roots touched by the wet bulbs was limited, and all the rest of the root system was in dry soil, which explains the poor hydrous nutrition of the palms.

b) For the two other irrigation campaigns, 1973/74 and 1974/75, the stomata remained open all the time, whether watering started when 25.75 mm or 125 mm had been drawn from the soil water reserves.

However, the tensiometer readings (Fig. 5) showed that the wet bulbs spread less regularly and uniformly when irrigation started at 75 mm deficit instead of at 25 mm.

Since the hydrous nutrition remained excellent whatever

the deficit when watering started (OS = 10 even with a starting deficit of 125 mm), and therefore whatever the size and permanence of the wet bulbs, it must be admitted that the size of the latter is not an essential factor as long as good capillary diffusion is possible; this appears to be maintained when 125 mm have been withdrawn from the reserves, which is understandable as this type of soil has a large available water layer equal to 400 mm [8].

No doubt the situation would be different on another type of soil such as the clayey-sandy « terres de barre », where the available reserve is only 300 mm.

##### 2) Influence of the proportion of soil moistened.

In view of the above remarks on the relative importance of the size of the wet bulbs, it was interesting to find out the effect of a reduction in the volume of soil they occupied; the use of the two methods A and B (Fig. 2) involving 60 and 35 p. 100 of the root systems respectively, should answer this question.

The observation of stomatal opening confirmed that the palms' water requirement was met satisfactorily by either method.

It could be thought that there is a compensatory development of the root system at the level of the wet bulbs. The figures in table V show that the system of absorbant roots of orders III and IV is fairly comparable in moist zones and under non-irrigated palms; this is a quantitative observation, of course, and does not exclude the possibility that for an equal density there is an increase in root activity in the moistened zones.

However that may be, this supplementary observation would tend to confirm the importance of capillary diffusion in maintaining a good water supply to the palm.

#### CONCLUSION

The results given in this note are still only partial and are drawn from a surface too small for them to be considered definitive. Nevertheless, after three watering campaigns certain facts emerge:

1) *Localized irrigation is agronomically beneficial under palm plantations in zones with a marginal rainfall.*

The effect on the hydrous nutrition of the trees (stomatal opening), their mineral nutrition (leaf analysis) and their yield becomes apparent rapidly and clearly, and confirms the visual impression of perfect vegetative health given during the period of irrigation.

In the conditions of the trial this technique seems capable of bringing out the whole yield potential of the planting material.

2) *The almost total absence of any rationing*, the daily application based on the ETP two days before, make this a method well adapted to the physiology of the oil palm, a plant with continuous photosynthetic activity.

3) *The localization of the moist areas* to a limited part of the root system, about 35 p. 100, does not seem to detract from good hydrous nutrition, on condition, however, that the soil concerned is not dried out, making capillary diffusion difficult.

This ties up with the observations made on fruit trees in temperate regions, where their hydrous nutrition was assured when the fraction of soil moistened reached 1/7th of the total available soil [9].

The application of a method of slow irrigation should be preceded by an estimate of the available and easily usable reserves of the soil considered.

4) Finally, the few difficulties encountered in the adaptation of slow irrigation of the oil palm by drippers, in particular the fragility of the installation and the ground space occupied as well as possible clogging of the drippers, show the interest of the method perfected by the CNABRL (1) at Nîmes: localized watering by fixed, perforated booms [9]. Its application on an industrial scale is now being carried out on 400 ha of palm plantation belonging to the SO. BE. PAL. H. (2) in the People's Republic of Benin.

(1) National Company for the Development of the Lower Rhone and Languedoc Region, Nîmes (France).

(2) Benin Oil Palm Company.

